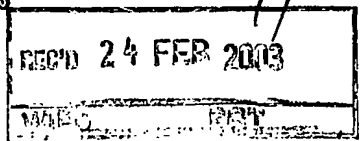


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Rec'd PCT/PTO 02 JUL 2004

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1500657

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 00 201.0

Anmeldetag: 04. Januar 2002

Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG, Stuttgart/DE;
Bayerische Motoren Werke AG, München/DE;
Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE.

Bezeichnung: Zyklusbasiertes zeitgesteuertes Kommuni-
kationssystem

IPC: H 04 J, H 04 L

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 23. Januar 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Ebert

5 23.11.2001

DaimlerChrysler AG, Epplestraße 225, 70567 Stuttgart
Bayerische Motorenwerke AG, Petuelring 130, 80788 München
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10 Zyklusbasiertes zeitgesteuertes Kommunikationssystem

15 Die vorliegende Erfindung betrifft ein zyklusbasiertes
Kommunikationssystem zur Übertragung von Nutzdaten zwischen
Teilnehmern des Systems. Das Kommunikationssystem umfasst
einen Datenbus und daran angeschlossen die Teilnehmer. Die
Datenübertragung erfolgt innerhalb sich zyklisch
wiederholender Zeitrahmen mit jeweils mindestens zwei
20 Zeitschlitzten. Jeder Zeitschlitz ist zur Übertragung einer
Nachricht vorgesehen. Eine Nachricht enthält zumindest
einen Teil der Nutzdaten und jeder Nachricht ist eine
Kennung zugeordnet.

25 Die Erfindung betrifft außerdem einen Teilnehmer eines
zyklusbasierten Kommunikationssystems zur Übertragung von
Nutzdaten, wobei das System einen Datenbus, daran
angeschlossen den Teilnehmer und weitere daran
angeschlossene Teilnehmer umfasst. Die Datenübertragung
30 erfolgt innerhalb sich zyklisch wiederholender Zeitrahmen
mit jeweils mindestens zwei Zeitschlitzten. Jeder
Zeitschlitz ist zur Übertragung einer Nachricht vorgesehen,
Eine Nachricht enthält zumindest einen Teil der Nutzdaten
und jeder Nachricht ist eine Kennung zugeordnet. Der
15 Teilnehmer umfasst Mittel zum Beobachten der in den
Zeitschlitzten des Zeitrahmens über den Datenbus
übertragenen Nachrichten.

Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zum Übertragen von Nutzdaten in einem zyklusbasierten Kommunikationssystem zwischen Teilnehmern des Systems über einen Datenbus, an den die Teilnehmer
5
angeschlossen sind. Die Nutzdaten werden innerhalb sich zyklisch wiederholender Zeitrahmen mit jeweils mindestens zwei Zeitschlitzten übertragen. In jedem Zeitschlitz wird eine Nachricht übertragen. Eine Nachricht enthält zumindest einen Teil der Nutzdaten. Jeder Nachricht wird eine Kennung
10
zugeordnet.

Stand der Technik

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt;
15
Kommunikationssysteme der eingangs genannten Art in Kraftfahrzeugen oder anderen Verkehrsmitteln (z.B. Flugzeugen, Zügen, Schiffen) zum Datenaustausch zwischen Steuergeräten einzusetzen. Die Steuergeräte dienen dazu, bestimmte Funktionen des Verkehrsmittels, bspw.
20
Antriebsfunktionen (z.B. Antriebsmotor, Getriebe), Sicherheitsfunktionen (z.B. Antiblockiersystem ABS, Antriebsschlupfregelung ASR, Elektronisches Stabilitätsprogramm ESP) oder Komfortfunktionen (z.B. Klimatisierung des Innenraums) zu steuern oder zu regeln.

Bei den bekannten Kommunikationssystemen erfolgt der Datenaustausch zwischen den Steuergeräten im Wesentlichen über sogenannte Bussysteme in serieller Form. Damit der Datenverkehr sicher und geregelt erfolgt, ist eine
30
Vereinbarung über die Art und Weise der Datenübertragung, ein sogenanntes Protokoll, nötig. FlexRay stellt ein derartiges Protokoll dar, das es erlaubt, serielle Daten zeitgesteuert über ein Bussystem zu übertragen. Dabei werden die Daten in einen Datenrahmen, der zusätzlich
35
Informationen zur Steuerung und Absicherung des Datenverkehrs enthält, zu einer Nachricht verpackt. Diese

Nachrichten werden in einer fest vorgegebenen Reihenfolge, sogenannten Zeitschlitzten, zyklisch gesendet.

Bei FlexRay besteht ein Zeitrahmen (Grundzyklus) aus Zeitschlitzten, die in jedem Grundzyklus fest sind (für hochpriore Nachrichten), und aus variablen Zeitschlitzten (für niederpriore Nachrichten oder für Nachrichten mit veränderter oder längerer Zykluszeit). Die Aufteilung eines Grundzyklus in feste und variable Zeitschlitzte ist frei wählbar und wird durch die Anforderungen, die an die Datenübertragung gestellt werden, beeinflusst. Die Anforderungen werden bspw. von der Anwendung, innerhalb der die Datenübertragung erfolgen soll, vorgegeben.

Bei FlexRay können nach dem Stand der Technik unterschiedliche Nachrichten innerhalb eines Grundzyklus nur zu unterschiedlichen Zeiten übertragen werden. Entsprechend der Anzahl der zu übertragenden Nachricht wird dadurch auch die Länge eines Grundzyklus bestimmt. Auch wenn mehrere niederpriore Nachrichten nur in jedem n-ten Grundzyklus gesendet werden müssten, so ist zumindest für jede dieser Nachrichten eine Wartezeit vorzuhalten. Somit umfasst der Zeitrahmen so viele Zeitschlitzte wie unterschiedliche Nachrichten in irgend einem Grundzyklus übertragen werden müssen. Wenn eine Nachricht in einem bestimmten Zyklus nicht übertragen wird, bleibt der Zeitschlitz für diese Nachricht in dem Zyklus leer.

Die kürzeste Wiederholzeit für "schnelle", d.h. häufig zu übertragende Nachrichten, richtet sich nach dem Grundzyklus. Je länger der Grundzyklus ist, desto seltener können "schnelle" Nachrichten übermittelt werden. Damit trotz eines relativ langen Grundzyklus die "schnellen" Nachrichten öfter wiederholt werden können, ist es bekannt, ihnen mehrere Zeitschlitzte innerhalb eines Grundzyklus zuzuweisen. Das hat jedoch den Nachteil, dass eine strenge

Periodizität nur schwer bis unmöglich darzustellen ist und dass in der Implementierung eventuell der Speicherbedarf steigt, da mehrere Nachrichtenobjekte für eine Nachricht angelegt werden müssen.

5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, bei einer Datenübertragung über ein zyklusbasiertes, zeitgesteuertes Kommunikationssystem eine optimale Unterstützung verschiedener Periodenlängen durch das Protokoll zu
10 gewährleisten.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die vorliegende Erfindung ausgehend von dem Kommunikationssystem der Eingangs genannten Art vor, dass die Kennung als Teil der Nachricht
15 in dieser abgelegt ist, dass jeder Nachricht zusätzlich den Zeitschlitz betreffende und der Kennung entnehmbare Zeitinformationen zugeordnet sind und dass mindestens einer der Zeitschlitz der Zeitrahmen in verschiedenen Zyklen zur Übertragung unterschiedlicher Nachrichten nutzbar ist.

20 Vorteile der Erfindung

In dem oder jedem Zeitschlitz, der in verschiedenen Zyklen zur Übertragung unterschiedlicher Nachrichten nutzbar ist, können erfindungsgemäß solche Nachrichten versetzt
25 zueinander in verschiedenen Zyklen übertragen werden, die lediglich in jedem n-ten Grundzyklus übertragen werden müssen. Wenn also eine bestimmte Nachricht in einem Zyklus außerhalb des n-ten Zyklus nicht übertragen werden muss, kann in diesem Zyklus eine andere Nachricht in dem
30 entsprechenden Zeitschlitz übertragen werden; eine Wartezeit muss für die Nachricht, die während dieses Zyklus nicht übertragen wird, nicht vorgehalten werden. Mit der vorliegenden Erfindung kann also einerseits die Anzahl der
35 Zeitschlitz eines Zeitrahmens reduziert werden, wodurch sich eine kürzere Wiederholzeit für "schnelle" Nachrichten

realisieren lässt. Außerdem werden die einzelnen Zeitschlitzze des Zeitrahmens effektiver ausgenutzt, wodurch eine höhere effektive Bandbreite erzielt werden kann. Insbesondere können Nachrichten mit kurzer und langer Wiederholzeit in dem Kommunikationssystem ohne Bandbreitenverlust besser untergebracht werden. Außerdem wird die Systemauslegung flexibler und von einem Kommunikationscontroller müssen weniger Zeitschlitzze überwacht werden.

Um die verschiedenen Nachrichten, die innerhalb des gleichen Zeitschlitzes in verschiedenen Zyklen versetzt zueinander übertragen werden, voneinander unterscheiden zu können, und um festlegen zu können, welche Nachrichten in welchem Zyklus innerhalb des Zeitschlitzes übertragen werden, werden zusätzliche, die Zyklen betreffende Informationen eingeführt. Anhand der Kennung und der zusätzlich eingeführten Zyklusinformationen kann eine Nachricht eindeutig definiert werden. Durch die Kennung ist der Zeitschlitz definiert, in dem die Nachricht übertragen wird. Durch die Zyklusinformation ist der Zyklus definiert, in dem die Nachricht übertragen wird.

Zum Senden von Nachrichten beobachten die Teilnehmer des Kommunikationssystems den Datenverkehr auf dem Datenbus und überprüfen in regelmäßigen zeitlichen Abständen die Zyklusinformationen. Die Teilnehmer senden in einem vorgebbaren Zeitschlitz eine Nachricht, falls die aktuellen Zyklusinformationen mit einem in einem Speicher des Teilnehmers abgelegten, vorgebbaren Wert für die Zyklusinformationen übereinstimmen.

Zum Empfangen von Nachrichten über den Datenbus beobachten die Teilnehmer ebenfalls den Datenverkehr auf dem Datenbus. Die Teilnehmer überprüfen die Kennung der über den Datenbus übertragenen Nachrichten. Falls eine Nachricht eine Kennung

aufweist, die einer vorgebbaren Kennung entspricht, werden
zumindest die Nutzdaten der übertragenen Nachricht in den
Teilnehmer geladen und dort bspw. in einem Speicher
abgelegt oder weitergeleitet. Vor der Weiterverarbeitung
5 der Nutzdaten werden die Zyklusinformationen überprüft. Nur
in dem Fall, dass sie einem in dem Teilnehmer
abgespeicherten Wert für die Zyklusinformationen
entsprechen, werden die Nutzdaten weiterverarbeitet.

10 Die Zyklusinformationen sind bspw. als ein gesonderter
Zykluszähler (sogenannter Cycle-Count) ausgebildet.
Vorzugsweise sind die Zyklusinformationen jedoch Teil der
Nachrichtenkennung. Deshalb wird gemäß einer vorteilhaften
Weiterbildung der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen,
15 dass die Nachrichten zusätzlich zu der Kennung und den
Zeitinformationen den aktuellen Zyklus betreffende
Informationen enthalten. Vorzugsweise sind die
Zyklusinformationen Teil der Kennung und werden in den
Teilnehmern zusammen mit der Verarbeitung der Kennung
20 verarbeitet. Der zusätzliche Aufwand in den Teilnehmern zur
Realisierung der Verarbeitung der Zyklusinformationen kann
dadurch minimiert werden.

Dadurch dass jede Nachricht Zyklusinformationen enthält und
die Zyklusinformationen zusammen mit der Nachricht
übertragen werden, können die Zyklusinformationen in den
Teilnehmern einfacher verarbeitet werden. Insbesondere wird
verhindert, dass Nachrichten, deren Kennung zwar mit einer
vorgegebenen Kennung übereinstimmt, die aber insofern für
30 den Teilnehmer uninteressant sind als sie in dem falschen
Zyklus übertragen wurden, gar nicht erst in den Teilnehmer
geladen werden. Insgesamt werden also deutlich weniger
Nachrichten in einem Speicher des Teilnehmers abgelegt. Der
für die Nutzdaten bzw. für die Nachricht vorgesehene
35 Speicher der Teilnehmer beim Ablegen neuer in den
Teilnehmer geladener Nachrichten bzw. Nutzdaten mit der

neuen Nachricht bzw. mit den neuen Nutzdaten überschrieben.
Die in dem Speicher abgelegten Nutzdaten müssen also bis
zum Eintreffen neuer Nutzdaten bzw. einer neuen Nachricht
verarbeitet sein; sonst sind sie verloren. Unter Ausnutzung
5 der Zyklusinformationen kann die für die einzelnen
empfangen Nachrichten zur Verfügung stehende
Verarbeitungszeit deutlich erhöht werden, da bei
Berücksichtigung der Zyklusinformationen deutlich seltener
Nachrichten in den Teilnehmer geladen werden als ohne.

10 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden
Erfindung wird vorgeschlagen, dass die den aktuellen Zyklus
betreffenden Informationen eine Ordnungszahl des Zyklus
umfassen. Im einfachsten Fall umfasst die Ordnungszahl zwei
15 Werte: 0 und 1. Dadurch können ungerade von geraden Zyklen
unterschieden werden. Die Ordnungszahl kann beliebig
erweitert werden, um mehr Zyklen voneinander zu
unterscheiden.

20 Die Nachrichten, die über das erfindungsgemäße
Kommunikationssystem übertragen werden, haben bspw. den
folgenden Aufbau: Die Nachrichten sind unterteilt in
Steuerdaten und Nutzdaten, die jeweils mehrere Bits
umfassen. Die Steuerdaten umfassen bspw. 10 Identifizier-
Bits, gefolgt von einem Multiplex-Bit (MUX-Bit) einem Sync-
Bit und 4 Bit Längeninformationen. Die Identifizier-Bits
bilden zusammen mit dem MUX-Bit die Nachrichtenkennung. Die
Identifizier-Bits geben die Ordnungszahl des Zeitschlitzes,
in dem eine Nachricht übertragen wird, innerhalb des
30 Zeitrahmens wieder. Das MUX-Bit wird als Zyklusinformation
genutzt. Anhand des MUX-Bits mit 1 Bit Länge können gerade
und ungerade Zyklen voneinander unterschieden werden.
Dadurch können zwei unterschiedliche Nachrichten
voneinander unterschieden werden, obwohl sie die gleichen
5 Identifizier haben. Selbstverständlich ist es auch möglich,
für die zusätzlichen Zyklusinformationen mehr als 1 Bit

vorzusehen, so dass 4, 16, 32 oder mehr verschiedene Zyklen voneinander unterschieden werden können.

5 Vorteilhafterweise umfassen die Zeitinformationen
Informationen über die zeitliche Position eines
Zeitschlitzes innerhalb eines Zeitrahmens. In den
Teilnehmern ist die Übertragungsdauer der einzelnen
Zeitschlitz bekannt. Anhand der Kennung einer aktuellen
Nachricht kann bestimmt werden, in welchem Zeitschlitz sie
10 übertragen wird. Anhand der Information über die zeitliche
Position des Zeitschlitzes und die Übertragungsdauer des
Zeitschlitzes kann das zeitliche Ende der Übertragung der
aktuellen Nachricht und der Beginn der Übertragung der
nachfolgenden Nachricht genau bestimmt werden.

15 Vorzugsweise ist den Teilnehmern des Kommunikationssystems
jeweils mindestens ein vorgebbbarer Zeitschlitz der
Zeitrahmen zur Datenübertragung zugewiesen. Das bedeutet
also, dass innerhalb eines Zeitschlitzes in verschiedenen
20 Zyklen zwar unterschiedliche Nachrichten übertragen werden
können, diese Nachrichten aber von dem gleichen Teilnehmer
ausgesandt werden. Dadurch ergeben sich entscheidende
Vereinfachungen in der Steuerung des Ablaufs der
Datenübertragung in dem erfindungsgemäßen
Kommunikationssystem.

Als eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden
Erfindung wird ausgehend von dem Teilnehmer eines
zyklusbasierten Kommunikationssystems der eingangs
30 genannten Art vorgeschlagen, dass der Teilnehmer Mittel zum
Vergleichen von jeder Nachricht zugeordneten, den
Zeitschlitz der Nachricht betreffenden Zeitinformationen
mit einem in einem Speicher des Teilnehmers abgelegten
vorgebbaren Wert für die Zeitinformationen und Mittel zum
15 Senden einer Nachricht aufweist, falls die
Zeitinformationen mit dem im Speicher abgelegten Wert für

die Zeitinformationen übereinstimmt.

Vorteilhafterweise weist der Teilnehmer Mittel zum
Vergleichen der Kennungen der Nachrichten mit einem in
5 einem Speicher des Teilnehmers abgelegten vorgebbaren Wert
für die Kennung und Mittel zum Empfangen zumindest der
Nutzdaten einer übertragenen Nachricht auf, falls die
Kennung der Nachricht mit dem in dem Speicher abgelegten
vorgebbaren Wert für die Kennung übereinstimmt, wobei die
10 Mittel zum Vergleichen der Kennungen der Nachrichten auch
den Nachrichten zugeordnete Zyklusinformationen mit in dem
Speicher des Teilnehmers abgelegten vorgebbaren Werten für
die Zyklusinformationen vergleichen und die Mittel zum
Empfangen zumindest der Nutzdaten einer Nachricht die
15 Nutzdaten nur empfangen, falls die Kennung und die
Zyklusinformationen der Nachricht mit den in dem Speicher
des Teilnehmers abgelegten vorgebbaren Werten
übereinstimmen.

20 Gemäß der vorliegenden Erfindung überprüft ein Teilnehmer
des Kommunikationssystems also nicht nur - wie bisher
üblich - die Kennung einer Nachricht, die Aufschluss über
eine zeitliche Position des Zeitschlitzes, in dem die
Nachricht übertragen wird, innerhalb eines Zeitrahmens
gibt. Vielmehr überprüft der Teilnehmer erfindungsgemäß
auch den Nachrichten zugeordnete Zyklusinformationen, aus
denen sich ergibt, in welchem Zyklus die aktuelle Nachricht
übertragen wurde.

30 Als noch eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden
Erfindung wird ausgehend von dem Verfahren zur
Datenübertragung der Eingangs genannten Art vorgeschlagen,
dass die Kennung als Teil der Nachricht in dieser abgelegt
wird, dass jeder Nachricht zusätzlich dem Zeitschlitz
35 betreffende Zeitinformationen zugeordnet werden und dass
mindesten einer der Zeitschlitz der Zeitrahmen in

verschiedenen Zyklen zur Übertragung unterschiedlicher Nachrichten genutzt wird.

5 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass den Teilnehmern des Kommunikationssystems jeweils mindestens ein vorgebbarer Zeitschlitz der Zeitrahmen zur Datenübertragung zugewiesen wird.

10 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass den Nachrichten zusätzlich den aktuellen Zyklus betreffende Informationen zugeordnet werden.

15 Vorteilhafterweise werden die Zyklusinformationen als Teil der Kennung einer Nachricht in dieser abgelegt. Die Kennung ist bspw. in den ID-Bits und die Zyklusinformationen sind in dem oder den MUX-Bits einer Nachricht realisiert.

20 Vorzugsweise werden die in den Zeitschlitzten des Zeitrahmens über den Datenbus übertragenen Nachrichten von Teilnehmern des Kommunikationssystems beobachtet, werden die Kennungen und die Zyklusinformationen der Nachrichten mit in Speichern der beobachtenden Teilnehmern abgelegten vorgebbaren Werten für die Kennung und die Zyklusinformationen verglichen und werden zumindest die Nutzdaten einer übertragenen Nachricht nur dann von dem Teilnehmer verwendet, falls die Kennung und die Zyklusinformationen der Nachricht mit den in dem Speicher
30 des Teilnehmers abgelegten vorgebbaren Werten für die Kennung und die Zyklusinformationen übereinstimmen.

Zeichnungen

35 Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung

von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von Ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung. Es zeigen:

- Figur 1 ein zyklusbasiertes zeitgesteuertes Kommunikationssystem gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Figur 2 einen Zeitrahmen mit mehreren Zeitschlitzten zur Übertragung von Nachrichten in dem Kommunikationssystem aus Figur 1;
- Figur 3a den Aufbau einer in einem Zeitschlitz der Zeitrahmen aus Figur 2 übertragenen Nachricht gemäß einer ersten Ausführungsform;
- Figur 3b den Aufbau einer in einem Zeitschlitz der Zeitrahmen aus Figur 2 übertragenen Nachricht gemäß einer zweiten Ausführungsform;
- Figur 4a ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Senden von Nutzdaten über das Kommunikationssystem aus Figur 1; und
- Figur 4b ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Empfangen von Nutzdaten über das Kommunikationssystem aus Figur 1.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist ein zyklusbasiertes, zeitgesteuertes

Kommunikationssystem zur Übertragung von Nutzdaten in der Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet. Das Kommunikationssystem 1 umfasst einen Datenbus 2 und mehrere daran angeschlossene Teilnehmer 3. Das Kommunikationssystem 1 kann in beliebigen Bereichen eingesetzt werden; ein bevorzugter Einsatzbereich ist die Verkehrstechnik, wo das Kommunikationssystem 1 bspw. in Kraftfahrzeugen, Zügen, Flugzeugen oder Schiffen zur Datenübertragung zwischen Teilnehmern 3 in Form von Steuergeräten oder einfachen Kommunikationscontrollern eingesetzt werden kann.

Die Datenübertragung in dem Kommunikationssystem 1 erfolgt innerhalb sich zyklisch wiederholender Zeitrahmen 4 mit jeweils mindestens zwei Zeitschlitz 5. Die Zeitschlitz 5 werden auch als Slots bezeichnet. In Figur 2 sind Zeitrahmen 4 mehrerer Zyklen dargestellt, wobei bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel 1024 Zyklen ($zy = 1 \dots 1024$) vorgesehen sind und jeder Zeitrahmen 4 128 Zeitschlitz 5 ($zs = 1 \dots 128$) umfasst. Ein Zeitschlitz 5 ist mehrere Bytes gross, insbesondere bewegt sich die Größe der Zeitschlitz 5 im Bereich von 12 Bytes bis 240 Bytes.

Damit der Datenverkehr über das Kommunikationssystem 1 sicher und geregelt erfolgt, ist eine Vereinbarung über die Art und Weise der Datenübertragung, ein sogenanntes Protokoll nötig. Ein solches an sich aus dem Stand der Technik bekanntes Protokoll ist bspw FlexRay, das es erlaubt, serielle Daten zeitgesteuert über den Datenbus 2 zu übertragen. Dabei werden die zu übertragenden Nutzdaten zu einer Nachricht verpackt, die außer den Nutzdaten zusätzlich Informationen zur Steuerung und Absicherung des Datenverkehrs (Steuerdaten) enthält. Die Nachrichten werden in einer fest vorgegebenen Reihenfolge in den Zeitschlitz 5 zyklisch übertragen. Die Position der Zeitschlitz 5 in den Zeitrahmen 4 ist durch eine Kennung (sog. Identifizier, ID) in der Nachricht bestimmt.

In Figur 2 sind die einzelnen Nachrichten mit N_i ($i = 1 \dots 131$) bezeichnet. Der Aufbau einer solchen Nachricht ist beispielhaft in Figur 3a und Figur 3b dargestellt. Bei FlexRay besteht ein Zeitrahmen 4 (Grundzyklus) aus Zeitschlitzten 5, die in jedem Grundzyklus fest sind (für hochpriore Nachrichten), und aus variablen Zeitschlitzten 5 (für niederpriore Nachrichten oder für Nachrichten mit veränderter oder längerer Zykluszeit). Die Aufteilung eines Grundzyklus in feste und variable Zeitschlitzte 5 ist frei wählbar und wird durch die Anwendung beeinflusst, im Rahmen derer die Datenübertragung erfolgt.

Beim Stand der Technik verfügen die Nachrichten N_i über ein sogenanntes Multiplex-Bit (MUX-Bit), durch das die Möglichkeit besteht, Nachrichten auf zwei Zyklen aufzuteilen. Dabei wird das MUX-Bit von der Anwendung geschaltet, im Rahmen derer eine Nachricht über zwei Zyklen übertragen wird. Wenn bspw. der erste Teil einer größeren Nachricht übertragen wird, wird das MUX-Bit von der Anwendung auf 0, und wenn der zweite Teil der Nachricht übertragen wird, auf 1 gesetzt. Eine Verbindung zwischen dem aktuellen Zyklus zy und dem MUX-Bit ist beim Stand der Technik nicht gegeben.

Das MUX-Bit schließt sich direkt an die Kennung (ID) der Nachrichten N_i an (vgl. Figur 3a). Bei der vorliegenden Erfindung wird das MUX-Bit deshalb dazu genutzt, Informationen den aktuellen Zyklus betreffend in der Nachricht abzulegen. Mit Hilfe eines MUX-Bits können zwei verschiedene Zyklen, insbesondere gerade und ungerade Zyklen, voneinander unterschieden werden. Wenn mehr als ein MUX-Bit vorgesehen ist, können auch mehr als zwei Zyklen voneinander unterschieden werden. Falls die in der Nachrichtenstruktur vorgesehenen MUX-Bits nicht ausreichen, um die gewünschte Anzahl von Zyklen voneinander zu unterscheiden, wird gemäß der vorliegenden Erfindung die

Aufteilung der ID- und der MUX-Bits so geändert, dass die gewünschte Anzahl an Zyklen voneinander unterschieden werden kann. Bei dem Ausführungsbeispiel aus Figur 2 müssen bspw. zur Kennzeichnung der 128 Zeitschlitz 4 mindestens sieben ID-Bits und zur Unterscheidung der 1024 Zyklen voneinander mindestens 10 MUX-Bits in der Nachrichtenstruktur vorgesehen sein.

Innerhalb einer Nachricht N_i (vgl. Figur 3a) ist die Kennung ID mit bspw. 10 Bit-Länge vorgesehen. Über die Kennung einer aktuellen Nachricht wird die Ordnungszahl des Zeitschlitzes 5, über den die Nachricht übertragen wird, und - da die Länge (d.h. die Übertragungsdauer) der einzelnen Zeitschlitz 5 festgelegt und bekannt ist - dadurch auch der Zeitpunkt für das zeitliche Ende der Übertragung der aktuellen Nachricht und der Zeitpunkt für den zeitlichen Beginn der Übertragung der nachfolgenden Nachricht festgelegt. An die Kennung ID schließen sich die MUX-Bits an. Die nachfolgenden SYNC- bzw. LEN-Bits umfassen Informationen zur Steuerung und Absicherung des Datenverkehrs über das Kommunikationssystem 1. Insbesondere ist dies ein Synchronisations-Feld (SYNC-Bit) mit bspw. ein Bit Länge und ein Längen-Feld (LEN-Bits) mit bspw. vier Bit Länge. Das SYNC-Bit dient zur Synchronisation der Teilnehmer 3 des Kommunikationssystems 1 auf eine gemeinsame Zeitbasis. Anhand der LEN-Bits wird die Anzahl der Bytes mit Nutzdaten (DATA-Bytes) angegeben. Das LEN-Feld muss bspw. 8 Bit umfassen, wenn bis zu 256 Bytes für die Nutzdaten vorgesehen sind. Am Ende des Nutzdaten (DATA-Bytes) ist ein Sicherheitsfeld vorgesehen, das bspw. als ein Cyclic Redundancy Check (CRC)-Feld mit einer Länge von 16 Bit ausgebildet ist, vorgesehen.

Durch die zusätzlichen Zyklusinformationen ist es möglich, unterschiedliche Nachrichten in dem gleichen Zeitschlitz 5 eines Zeitrahmens 4, aber in verschiedenen Zyklen zu

übertragen. Dies ist bspw. in Figur 2 verdeutlicht. Dort ist zu erkennen, dass in dem Zeitschlitz zs2 in dem Zyklus zy1 die Nachricht N129 und in dem Zyklus zy2 die Nachricht N2 übertragen wird. Ebenso wird in dem Zeitschlitz zs127 in den Zyklen zy1 und zy2 die Nachricht N127 und in dem Zyklus zy3 die Nachricht N130 übertragen. Schließlich wird in dem Zeitschlitz zs128 in den Zyklen zy1 ... zy1023 die Nachricht N128 und in dem Zyklus zy1024 die Nachricht N131 übertragen.

Die Zeitschlitze zs2, zs127 und zs128 werden also jeweils zur Übertragung von zwei unterschiedlichen Nachrichten N2 und N129, N127 und N130 bzw. N128 und N131 genutzt. Die Nachrichten N2 und N129 werden bei jedem zweiten Zyklus zy übertragen. Zur Identifikation der Nachrichten N2 und N129 würde eine Unterscheidung der Zyklen zy in gerade Zyklen (für N2) und ungerade Zyklen (für N129) mit Hilfe eines MUX-Bits genügen ($2^1 = 2$). Die Nachrichten N127 werden bei zwei von drei Zyklen zy und die Nachricht N130 wird bei jedem dritten Zyklus zy übertragen. Zur Identifikation der Nachrichten N127 und N130 ist eine Unterscheidung von drei verschiedenen Zyklen zy mit Hilfe mindestens zweier MUX-Bits erforderlich ($2^2 = 4$). Die Nachrichten N128 werden bei 1023 von 1024 Zyklen zy und die Nachricht N131 wird bei jedem 1024-ten Zyklus zy übertragen. Zur Identifikation der Nachrichten N128 und N131 ist eine Unterscheidung von 1024 verschiedenen Zyklen zy mit Hilfe mindestens zehn MUX-Bits erforderlich ($2^{10} = 1024$).

Mit der vorliegenden Erfindung kann auf zusätzliche Zeitfenster 4 für die Nachrichten N129, N130 und N131 verzichtet werden. Zur Übertragung dieser Nachrichten werden vielmehr für die Nachrichten N2, N127 und N128 bereits vorhandene Zeitfenster 4 in denjenigen Zyklen genutzt, in den die Nachrichten N2, N127 und N128 nicht übertragen werden. Auf diese Weise kann die Gesamtlänge der

Zeitraumen 4 und damit auch die Zykluszeit verringert werden. Damit wird die Bandbreite der Datenübertragung erhöht. Insgesamt wird die Auslegung des Kommunikationssystems 1 wesentlich flexibler. Die Anzahl der zu überwachenden Zeitschlitze 5 in einem Busguardian werden weniger.

Zur Realisierung der vorliegenden Erfindung müssen - wie oben bereits beschrieben - die verschiedenen Zyklen voneinander unterschieden werden können. Dazu kann entweder eine in die Kennung ID der Nachrichten N_i (vgl. Figur 3a) integrierte zusätzliche Zyklusinformation MUX oder ein gesonderter Zykluszähler (sog. CYCLE-Count) (vgl. Figur 3b) herangezogen werden. Zur Übertragung eines CYCLE-Count in einer Nachricht N_i kann bspw. mindestens eines der DATA-Bytes (= 8 Bit) herangezogen werden. Der CYCLE-Count ist ein eigenständiger Zähler der nach jedem Zyklus erhöht (oder erniedrigt) wird und der von Zeit zu Zeit gesondert abgefragt werden muss.

Durch den CYCLE-Counter kann die Anzahl der zu multiplexenden Zyklen weiter erhöht werden, falls es eine Anwendung erforderlich macht. Dadurch lassen sich auch sehr lange Wiederholzeiten (viele Zyklen) realisieren.

Erfindungsgemäß ist eine variable Aufteilung der zehn zeitbestimmenden ID-Bits und den MUX-Bits in eine 7+4, 8+3, 9+2 oder 10+1-Kombination denkbar, um 16, 8, 4 oder 2 verschiedene Zyklen, in denen in jeweils gleichen Zeitfenstern 16, 8, 4 oder 2 unterschiedliche Nachrichten N_i übertragen werden, voneinander unterscheiden zu können. Damit ist es möglich, die Nachrichten auf 16, 8, 4 oder 2 Zyklen zu verteilen, wodurch deren Periodendauer verlängert werden kann, ohne auf kurze Wiederholzeiten der Zyklen für "schnelle" Nachrichten verzichten zu müssen.

In Figur 4a ist ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Senden von Nutzdaten dargestellt. Das Verfahren beginnt in einem Funktionsblock 10. In einem Funktionsblock 11 beobachtet ein Teilnehmer 3, der Nutzdaten über das Kommunikationssystem 1 übertragen möchte, die Kommunikation auf dem Datenbus 2. Dazu liest der Teilnehmer 3 zumindest die Informationen zur Steuerung und Absicherung des Datenverkehrs der über den Datenbus 2 übertragenen Nachrichten Ni ein, selbst wenn diese nicht für ihn bestimmt sind. Dann ermittelt der Teilnehmer 3 in einem Funktionsblock 12 den Beginn der Übertragung der sich an die aktuelle Nachricht Ni anschließenden Nachricht bzw. den Beginn des sich an den aktuellen Zeitrahmen anschließenden Zeitrahmens. Der Beginn der Übertragung der nächsten Nachricht wird anhand der Kennung ID der aktuellen Nachricht Ni und der dem Teilnehmer 3 bekannten zeitlichen Dauer der einzelnen Zeitschlitz 5 des Zeitrahmens 4 ermittelt.

In einem Abfrageblock 13 wird überprüft, ob der Zeitpunkt des Beginns der nachfolgenden Datenübertragung der vorgegebene Sendezeitpunkt für den Teilnehmer 3 ist. Falls nein, wird zu dem Funktionsblock 11 verzweigt und weiterhin die Kommunikation über den Datenbus 2 beobachtet. Falls ja, sendet der Teilnehmer 3 in einem Funktionsblock 14 die zu übertragenden Nutzdaten in einer Nachricht Ni über den Datenbus 2. Anschließend wird in einem Abfrageblock 15 überprüft, ob das Verfahren beendet ist, bspw. weil ein Ausschaltbefehl (Power-Down) vorliegt. Falls ja, wird das erfindungsgemäße Verfahren in einem Funktionsblock 16 beendet. Anderenfalls wird das Verfahren bei dem Funktionsblock 11 fortgesetzt.

In Figur 4b ist ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Empfangen einer Nachricht mit Nutzdaten von dem Datenbus 2 dargestellt. Das Verfahren beginnt in einem

Funktionsblock 20. In einem Funktionsblock 21 beobachtet ein Teilnehmer 3, der Nutzdaten über das Kommunikationssystem 1 empfangen möchte, die Kommunikation auf dem Datenbus 2. Dazu liest der Teilnehmer 3 zumindest die Informationen zur Steuerung und Absicherung des Datenverkehrs der über den Datenbus 2 übertragenen Nachrichten Ni ein, selbst wenn diese nicht für ihn bestimmt sind. Ob eine Nachricht Ni für ihn bestimmt ist, weiß der Teilnehmer 3 erst, nachdem er die Informationen von der Nachricht Ni eingelesen und verarbeitet hat. Im Rahmen der Verarbeitung liest der Teilnehmer 3 in einem Funktionsblock 22 sowohl die Kennung ID als auch die Zyklusinformationen in Form der MUX-Bits einer aktuellen Nachricht Ni ein. In einem Abfrageblock 23 wird überprüft, ob die Kennung ID der Nachricht Ni mit einem in einem Speicher des Teilnehmers 3 abgelegten vorgebbaren Wert für die Kennung ID übereinstimmt. Falls nein, ist die Nachricht nicht für den Teilnehmer 3 bestimmt und das Verfahren wird bei dem Funktionsblock 21 fortgesetzt, wo der Datenbus 2 weiter beobachtet wird. Falls ja, wird das Verfahren in einem Abfrageblock 24 fortgesetzt.

In dem Abfrageblock 24 wird überprüft, ob die Nachricht Ni, die allein anhand der Kennung ID betrachtet für den Teilnehmer 3 bestimmt zu sein scheint, tatsächlich für den Teilnehmer 3 bestimmt ist. Dazu wird überprüft, ob die Zyklusinformationen der aktuellen Nachricht Ni mit in dem Speicher des Teilnehmers 3 abgelegten, vorgebbaren Werten für die Zyklusinformationen übereinstimmen. Bei dem Ausführungsbeispiel aus Figur 2 hätten die Nachrichten N2 und N129 bspw. die gleiche Kennung ID. Dennoch kann die eine Nachricht für einen Teilnehmer und die andere Nachricht für einen anderen Teilnehmer bestimmt sein. Die Zyklusinformationen können darüber Aufschluss geben. Gerade Zyklen sind für den einen Teilnehmer und ungerade Zyklen für den anderen Teilnehmer bestimmt.

Falls die Zyklusinformationen der aktuellen Nachricht Ni mit den in dem Speicher des Teilnehmers 3 abgelegten Werten für die Zyklusinformationen nicht übereinstimmen, wird zu dem Funktionsblock 21 verzweigt und der Datenbus 2 weiter beobachtet. Anderenfalls bedeutet dies, dass die aktuelle Nachricht Ni tatsächlich für den Teilnehmer 3 bestimmt ist. Das Verfahren wird in einem Funktionsblock 25 fortgesetzt, in dem zumindest die Nutzdaten der Nachricht Ni von dem Datenbus 2 in den Teilnehmer 3 geladen und dort entweder in dem Speicher des Teilnehmers 3 gespeichert, weiterverarbeitet oder weitergeleitet. Anschließend wird in einem Abfrageblock 26 überprüft, ob das Verfahren beendet ist, bspw. weil ein Ausschaltbefehl (Power-Down) vorliegt. Falls ja, wird das erfindungsgemäße Verfahren in einem Funktionsblock 27 beendet. Anderenfalls wird das Verfahren bei dem Funktionsblock 21 fortgesetzt.

Die in den Figuren 4a und 4b dargestellten Ablaufdiagramme können in jedem Teilnehmer 3 des Kommunikationssystems 1 ausgeführt werden.

5

23.11.2001

DaimlerChrysler AG, Epplestraße 225, 70567 Stuttgart
Bayerische Motorenwerke AG, Petuelring 130, 80788 München
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

.0

Ansprüche

.5

:0

5

1. Zyklusbasiertes Kommunikationssystem zur Übertragung von Nutzdaten zwischen Teilnehmern des Systems, umfassend einen Datenbus und daran angeschlossen die Teilnehmer, wobei die Datenübertragung innerhalb sich zyklisch wiederholender Zeitrahmen mit jeweils mindestens zwei Zeitschlitzten erfolgt, jeder Zeitschlitz zur Übertragung einer Nachricht vorgesehen ist, eine Nachricht zumindest einen Teil der Nutzdaten enthält und jeder Nachricht eine Kennung zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kennung als Teil der Nachricht in dieser abgelegt ist, dass jeder Nachricht zusätzlich den Zeitschlitz betreffende und der Kennung entnehmbare Zeitinformationen zugeordnet sind und dass mindestens einer der Zeitschlitzte der Zeitrahmen in verschiedenen Zyklen zur Übertragung unterschiedlicher Nachrichten nutzbar ist. ✓

0

2. Kommunikationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Nachrichten zusätzlich den aktuellen Zyklus betreffende Informationen enthalten.

3. Kommunikationssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die den aktuellen Zyklus betreffenden Informationen eine Ordnungszahl des Zyklus umfassen.

4. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitinformationen Informationen über die zeitliche Position eines Zeitschlitzes innerhalb eines Zeitrahmens umfassen.

5 5. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass den Teilnehmern des Kommunikationssystems jeweils mindestens ein vorgebbarer Zeitschlitz der Zeitrahmen zur Datenübertragung zugewiesen ist.

10 6. Teilnehmer eines zyklusbasierten Kommunikationssystems zur Übertragung von Nutzdaten, wobei das System einen Datenbus, daran angeschlossen den Teilnehmer und weitere daran angeschlossene Teilnehmer umfasst, wobei die
15 Datenübertragung innerhalb sich zyklisch wiederholender Zeitrahmen mit jeweils mindestens zwei Zeitschlitzten erfolgt, jeder Zeitschlitz zur Übertragung einer Nachricht vorgesehen ist, eine Nachricht zumindest einen Teil der Nutzdaten enthält und jeder Nachricht eine Kennung
20 zugeordnet ist, wobei der Teilnehmer Mittel zum Beobachten der in den Zeitschlitzten des Zeitrahmens über den Datenbus übertragenen Nachrichten aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Teilnehmer Mittel zum Vergleichen von jeder Nachricht zugeordneten, den Zeitschlitz der Nachricht
25 betreffenden Zeitinformationen mit einem in einem Speicher des Teilnehmers abgelegten vorgebbaren Wert für die Zeitinformationen und Mittel zum Senden einer Nachricht aufweist, falls die Zeitinformationen mit dem in dem Speicher abgelegten Wert für die Zeitinformationen
30 übereinstimmt.

7. Teilnehmer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilnehmer Mittel zum Vergleichen der Kennungen der Nachrichten mit einem in einem Speicher des Teilnehmers
35 abgelegten vorgebbaren Wert für die Kennung und Mittel zum Empfangen zumindest der Nutzdaten einer übertragenen

Nachricht aufweist, falls die Kennung der Nachricht mit dem in dem Speicher abgelegten vorgebbaren Wert für die Kennung übereinstimmt, wobei die Mittel zum Vergleichen der Kennungen der Nachrichten auch den Nachrichten zugeordnete Zyklusinformationen mit in dem Speicher des Teilnehmers abgelegten vorgebbaren Werten für die Zyklusinformationen vergleichen und die Mittel zum Empfangen zumindest der Nutzdaten einer Nachricht die Nutzdaten nur empfangen, falls die Kennung und die Zyklusinformationen der Nachricht mit den in dem Speicher des Teilnehmers abgelegten vorgebbaren Werten übereinstimmen.

8. Verfahren zum Übertragen von Nutzdaten in einem zyklusbasierten Kommunikationssystem zwischen Teilnehmern des Systems über einen Datenbus, an den die Teilnehmer angeschlossen sind, wobei die Nutzdaten innerhalb sich zyklisch wiederholender Zeitrahmen mit jeweils mindestens zwei Zeitschlitzten übertragen werden, in jedem Zeitschlitz eine Nachricht übertragen wird, zumindest ein Teil der Nutzdaten in einer Nachricht abgelegt wird, und jeder Nachricht eine Kennung zugeordnet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Kennung als Teil der Nachricht in dieser abgelegt wird, dass jeder Nachricht zusätzlich den Zeitschlitz betreffende Zeitinformationen zugeordnet werden und dass mindestens einer der Zeitschlitzte der Zeitrahmen in verschiedenen Zyklen zur Übertragung unterschiedlicher Nachrichten genutzt wird.

9. Übertragungsverfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass den Teilnehmern des Kommunikationssystems jeweils mindestens ein vorgebbarer Zeitschlitz der Zeitrahmen zur Datenübertragung zugewiesen wird.

10. Übertragungsverfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass den Nachrichten zusätzlich den

aktuellen Zyklus betreffende Informationen zugeordnet werden.

5 11. Übertragungsverfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Zyklusinformationen als Teil der Kennung einer Nachricht in dieser abgelegt werden.

10 12. Übertragungsverfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die in den Zeitschlitzten des Zeitrahmens über den Datenbus übertragenen Nachrichten von Teilnehmern des Kommunikationssystems beobachtet werden, dass die Kennungen und die Zyklusinformationen der Nachrichten mit in Speichern der beobachtenden Teilnehmer abgelegten vorgebbaren Werten für die Kennung und die
15 Zyklusinformationen verglichen werden und zumindest die Nutzdaten einer übertragenen Nachricht nur dann von dem Teilnehmer empfangen werden, falls die Kennung und die Zyklusinformationen der Nachricht mit den in dem Speicher des Teilnehmers abgelegten vorgebbaren Werten für die
20 Kennung und die Zyklusinformationen übereinstimmen.

5

23.11.2001

DaimlerChrysler AG, Epplestraße 225, 70567 Stuttgart
Bayerische Motorenwerke AG, Petuelring 130, 80788 München
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10

Zyklusbasiertes zeitgesteuertes Kommunikationssystem

Zusammenfassung

15

Die Erfindung betrifft ein zyklusbasiertes zeitgesteuertes Kommunikationssystem (1) zur Übertragung von Nutzdaten (DATA) zwischen Teilnehmern (3) des Systems (1). Das System (1) umfasst einen Datenbus (2) und daran angeschlossen die Teilnehmer (3). Die Datenübertragung erfolgt innerhalb sich zyklisch wiederholender Zeitrahmen (4) mit jeweils mindestens zwei Zeitschlitz (5). Jeder Zeitschlitz (5) ist zur Übertragung einer Nachricht (Ni) vorgesehen. Eine Nachricht (Ni) enthält zumindest einen Teil der Nutzdaten (DATA) und jeder Nachricht (Ni) ist eine Kennung (ID) zugeordnet. Um die zur Datenübertragung zur Verfügung stehende Bandbreite besser ausnutzen zu können, wird vorgeschlagen, dass die Kennung (ID) als Teil der Nachricht (Ni) in dieser abgelegt ist, dass jeder Nachricht (Ni) zusätzlich den Zeitschlitz (5) betreffende und der Kennung entnehmbare Zeitinformationen zugeordnet sind, und dass mindestens einer der Zeitschlitz (5) der Zeitrahmen (4) in verschiedenen Zyklen zur Übertragung unterschiedlicher Nachrichten nutzbar ist. (Figur 1)

30

Fig. 1

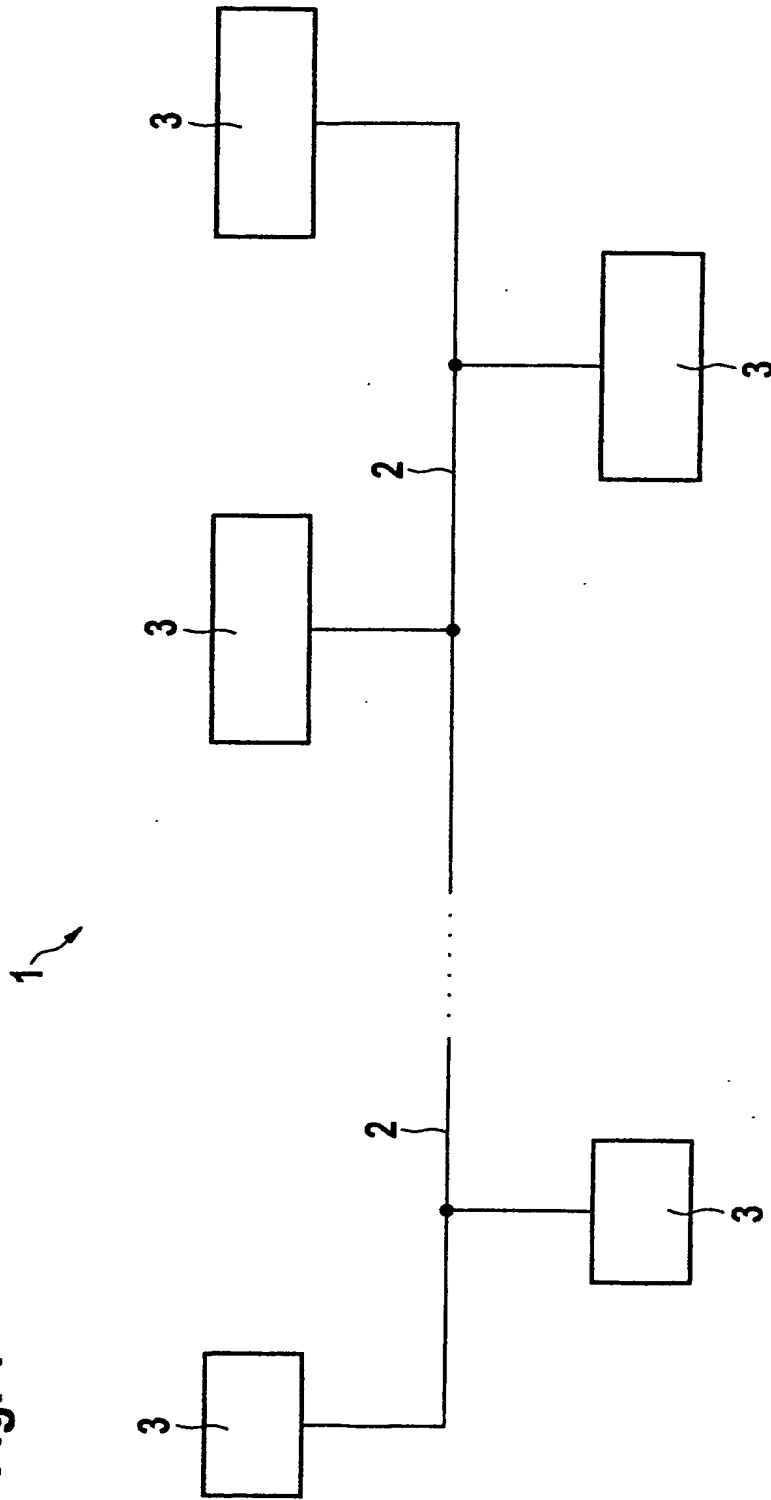


Fig. 1

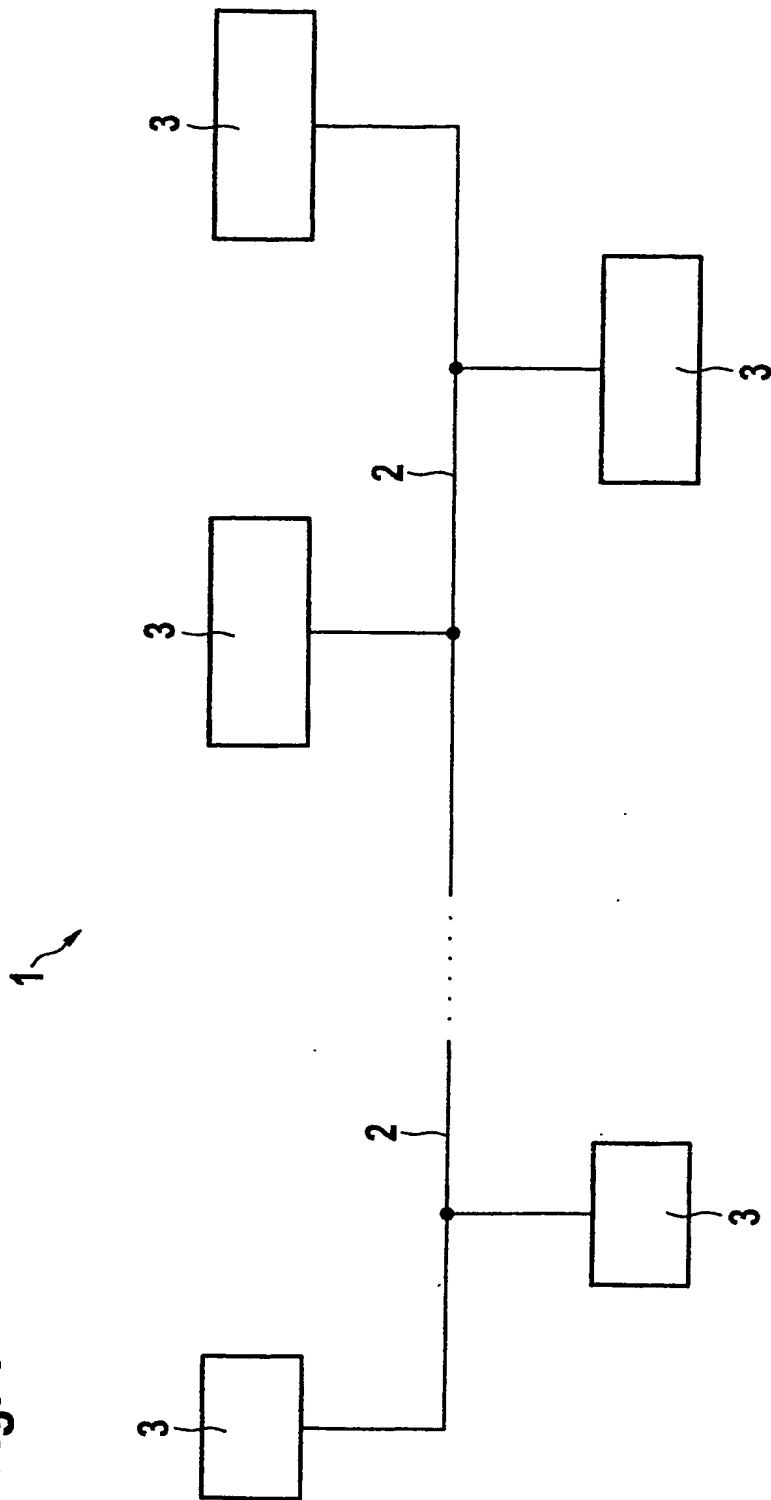


Fig. 2

zs	1	2	5	4	...	127	128	zy
	N1	N129			...	N127	N128	1
	N1	N2			...	N127	N128	2
	N1	N129			...	N130	N128	3
	N1	N2			...	N127	N128	4
	N1	N129			...	N127	N128	5
					...			
	N1	N129			...	N130	N128	1023
	N1	N2			...	N127	N131	1024

Fig. 3a

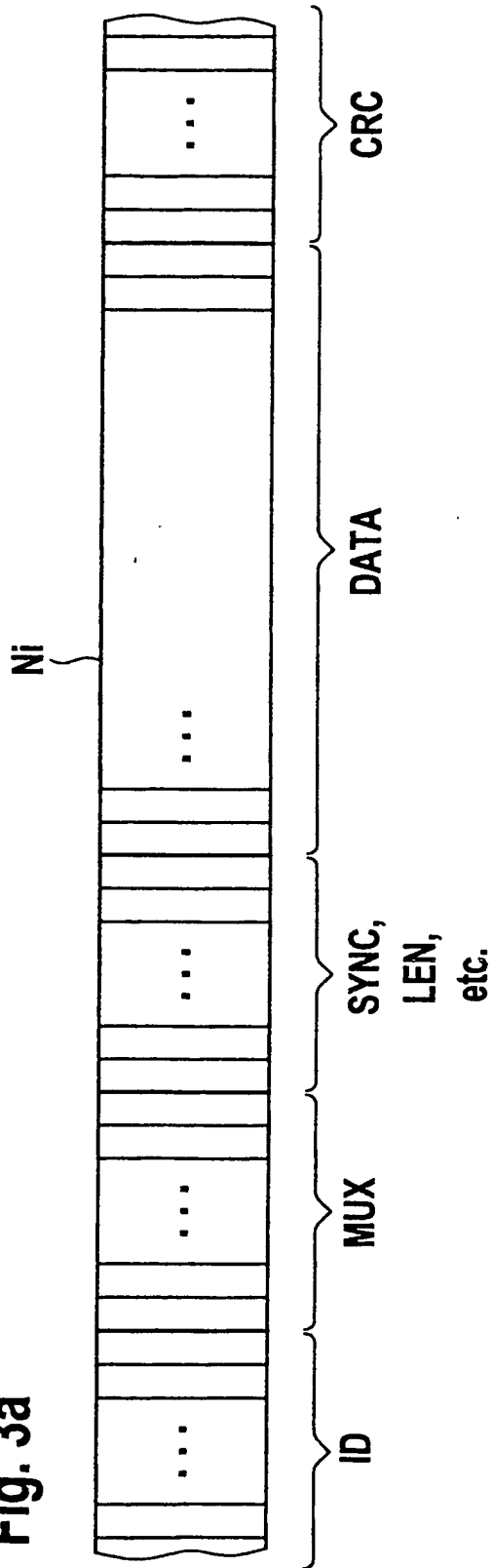


Fig. 3b

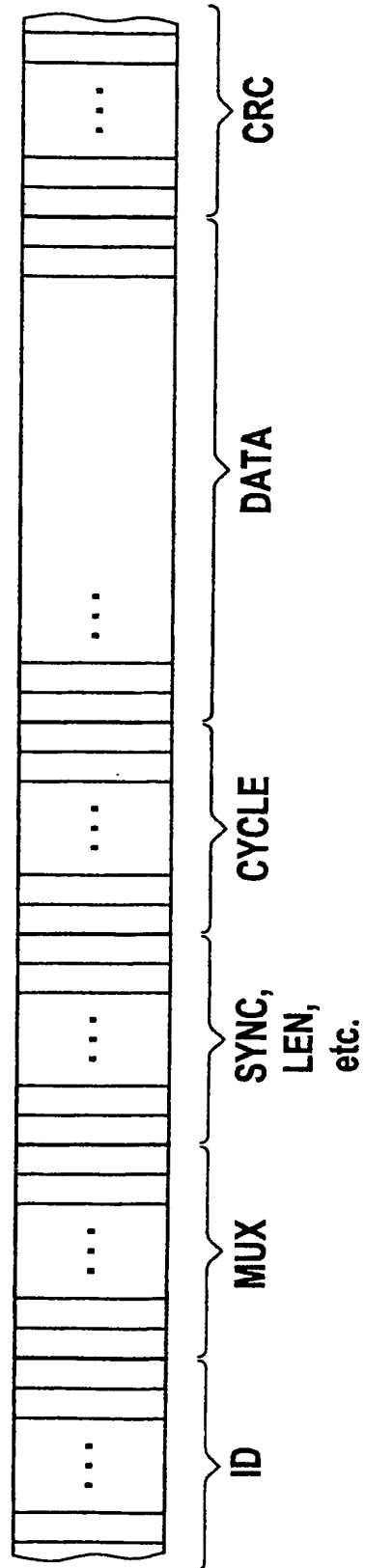


Fig. 4a

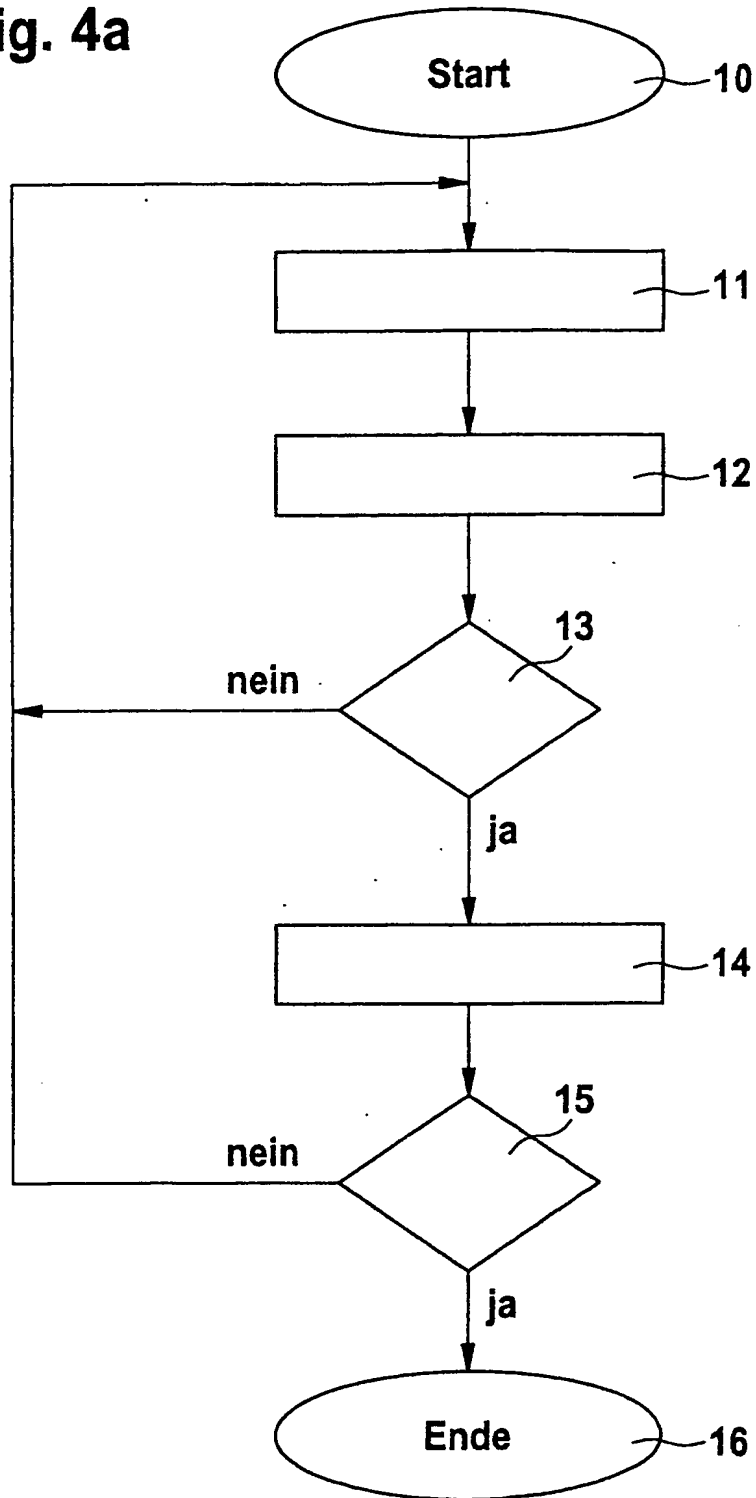


Fig. 4b

